

## Method for monitoring the emergency braking capability of an electrohydraulic braking system

**Patent number:** DE10060225

**Publication date:** 2001-10-31

**Inventor:** NIEPELT MATHIAS [DE]; FACHINGER GEORG [DE];  
KLEIN ANDREAS [DE]

**Applicant:** CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]

**Classification:**

- **International:** B60T17/22; B60T13/66; B60T8/88

- **European:** B60T8/40J; B60T13/68C; B60T17/22B

**Application number:** DE20001060225 20001204

**Priority number(s):** DE20001060225 20001204; DE20001015238 20000327

**Also published as:**



WO0172568 (A1)

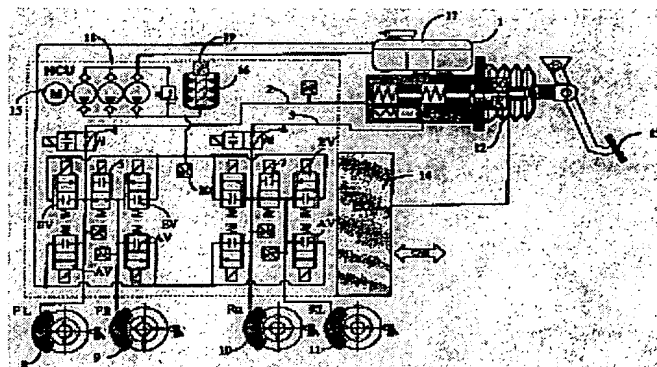
US6705683 (B2)

US2003038538 (A1)

Abstract not available for DE10060225

Abstract of corresponding document: **US2003038538**

To monitor the emergency braking capability of an electro-hydraulic braking system (EHB) wherein, during normal operation, the brake pressure in the wheel brakes (8 to 11) is generated by means of a pressure source comprised of a hydraulic pump (18), an accumulator (16), and hydraulic valves, and wherein a switch-over to a hydraulic connection between a master cylinder (1) and the wheel brakes (8 to 11) is executed in the event of an emergency braking situation, the special feature includes that the emergency braking mode is tested at each initialization of the brake system using the steps mentioned in claim 1.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 60 225 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:  
**B 60 T 17/22**  
B 60 T 13/66  
B 60 T 8/88

②1 Aktenzeichen: 100 60 225.8  
②2 Anmeldetag: 4. 12. 2000  
④3 Offenlegungstag: 31. 10. 2001

DE 100 60 225 A 1

⑥6 Innere Priorität:  
100 15 238. 4 27. 03. 2000

⑦1 Anmelder:  
Continental Teves AG & Co. oHG, 60488 Frankfurt,  
DE

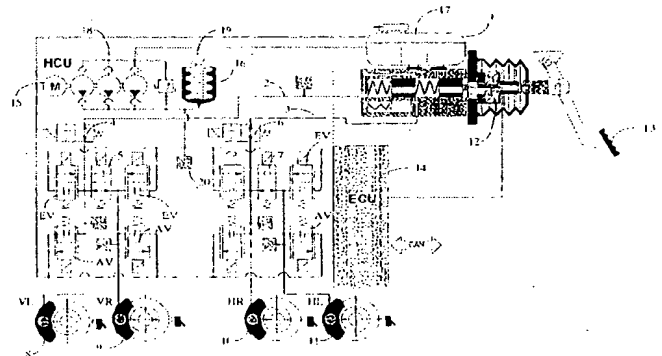
⑦2 Erfinder:  
Niepelt, Mathias, 61169 Friedberg, DE; Fachinger,  
Georg, 65549 Limburg, DE; Klein, Andreas, Dr.,  
61352 Bad Homburg, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:  
DE 196 03 909 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Verfahren zur Überwachung der Notbremsfähigkeit einer elektrohydraulischen Bremsanlage

⑤7 Zur Überwachung der Notbremsfähigkeit einer elektrohydraulischen Bremsanlage (EHB), bei der im Normalbetrieb der Bremsdruck in den Radbremsen (8-11) mit Hilfe einer Druckquelle, die eine Hydraulikpumpe (18), einen Speicher (16) und Hydraulikventile enthält, erzeugt wird und bei der in einer Notbremssituation auf hydraulischen Durchgriff von einem Hauptzylinder (1) zu den Radbremsen (8-11) umgeschaltet wird, hat die Besonderheit, dass bei jedem Initialisieren der Bremsanlage eine Überprüfung der Notbremsfunktion durch die im Anspruch 1 genannten Schritte durchgeführt wird.



DE 100 60 225 A 1

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Überwachung der Funktion und Notbremsfähigkeit einer elektrohydraulischen Bremsanlage (EHB), die einen pedalbetätigten Hauptzylinder und eine Druckquelle mit einer Hydraulikpumpe, mit einem Speicher und mit elektrisch steuerbare Hydraulikventilen enthält, bei welcher der Bremsdruck in den Radbremsen im Normalbetrieb aus der Druckquelle geliefert wird und bei der in einer Notbremsfunktion auf hydraulischen Durchgriff von dem Hauptzylinder zu den Radbremsen umgeschaltet wird.

[0002] Es besteht zunehmendes Interesse an elektrohydraulischen Bremsanlagen (EHB), bei denen im Normalbetrieb der durch Betätigen eines Bremspedals ausgedrückte Bremswunsch des Fahrers in ein elektrisches Betätigungssignal umgewandelt wird, das mit Hilfe eines elektrisch steuerbaren Hydraulikaggregates zur Einstellung und Regelung des Bremsdruckes in den einzelnen Radbremsen eingesetzt wird. Diese hydraulische Einrichtung enthält eine oder mehrere elektrisch angetriebene Hydraulikpumpen, Speicher und elektrisch steuerbare Hydraulikventile, mit denen radindividuell der Radbremsdruck bemessen wird. Außerdem enthält das Hydraulikaggregat Sensoren zum Messen und Rückmelden des an verschiedenen Stellen des Systems, u. a. in den Radbremsen, am Ausgang des Speichers etc. herrschenden Hydraulikdruckes.

[0003] Bremsanlagen dieser Art sind auch bei Ausfall der Elektronik und der Druckquelle notbremsfähig. Um dies zu erreichen, wirkt das Bremspedal auf einen Hauptzylinder, der in einer Notbremsfunktion anstelle der Druckquelle über in der Ruhelage offene, d. h. stromlos auf Durchlass geschaltete Hydraulikventile direkt mit den Radbremsen verbunden wird. Im Prinzip besteht in der Notbremsfunktion kein Unterschied zu einer herkömmlichen, ungeregelten hydraulischen Bremsanlage.

[0004] Die hydraulische Abkoppelung des Bremspedals von den Radbremsen im Normalbetrieb hat zur Folge, dass auch die Rückwirkung des Bremsgeschehens auf das Bremspedal unterbrochen ist. Während bei konventionellen hydraulischen Bremsanlagen der Fahrer bei Betätigung des Bremspedals durch Beobachtung des Verhaltens von Pedalweg, Pedalkraft, Fahrzeugverzögerung die Funktionsfähigkeit der Bremsanlage überwacht und dadurch eine Leckage, ein zu großes Lüftspiel oder den Einschluss von Luft in die Hydraulikflüssigkeit oder in die Bremsendurch geänderten Pedalweg oder Pedalgefühl bemerkt, dies bei einer EHB als Folge der Entkoppelung nicht mehr möglich. Der Ausfall dieser Überwachungsfunktion führt dazu, dass manche Fehler nicht mehr oder nicht mehr rechtzeitig erkannt werden können. Dies gilt u. a. für das Erkennen von Lufteinschlüssen in den Radbremsen, die einen erhöhten Druckmittelbedarf während eines Bremsvorganges erfordern, der im Normalbetrieb ohne weiteres von der Druckquelle aufgebracht werden kann, nicht jedoch in der Notbremsfunktion durch den Hauptzylinder. Es entsteht also ein "schlafender" Fehler, der sich erst bei Ausfall der Betriebsbremse und Rückfall in die Notlaufebe zeigt.

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Überwachungsverfahren zu entwickeln, das auch bei intakter Bremsanlage den Verlust der Notbremsfähigkeit, z. B. als Folge von Lufteinschlüssen in den Radbremsen, erkennen lässt.

[0006] Es hat sich herausgestellt, dass diese Aufgabe mit dem im Anspruch 1 beschriebenen Verfahren gelöst werden kann, dessen Besonderheit darin besteht, dass bei vorgegebenen Ereignissen, z. B. bei Initialisieren der Bremsanlage, eine Überprüfung der Notbremsfähigkeit durch folgende

- a) Laden des Speichers, ohne Bremsdruckaufbau in den Radbremsen; Messen des Speicherdruckes und/oder des Speichervolumens oder des Speicherfüllstandes;
- b) Druckeinstellung in die Radbremsen bis zum Erreichen einer vorgegebenen Druckschwelle, bei abgeschalteter oder hydraulisch abgekoppelter Hydraulikpumpe;
- c) Messen des Speicherdruckes;
- d) Ermitteln und Bewerten der Speicherverhaltens in Reaktion auf die Druckeinstellung in die Radbremsen zum Feststellen des aktuellen Volumenbedarfs und/oder des Zustandes der Bremsflüssigkeit, Feststellung von Lufteinschlüssen etc. und zum Beurteilen der aktuellen Notbremsfähigkeit der Bremsanlage.

[0007] Die Erfindung beruht also auf der Überlegung, dass "schlafende" Fehler der beschriebenen Art während der Initialisierung der Bremsanlage, also bei jedem Starten des Fahrzeugs, durch Testen der Bremsanlage auf einfache Weise und zuverlässig mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens festgestellt werden können.

[0008] In den Unteransprüchen sind noch einige vorteilhafte Ausführungsbeispiele des Verfahrens beschrieben.

[0009] Weitere Einzelheiten, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung gehen aus der folgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der beigelegten Abbildung hervor, welche die wesentlichen Komponenten und den hydraulischen Schaltplan einer elektrohydraulischen Bremsanlage (EHB) wiedergibt, die durch das erfindungsgemäße Verfahren überwacht wird.

[0010] Die abgebildete Bremsanlage enthält einen pedalbetätigten Tandem-Hauptzylinder 1, an dessen hydraulische Bremskreise 2, 3 in gewohnter Weise jeweils zwei Radbremsen VL, VR; HR, HL angeschlossen sind. Die zwischengeschalteten Hydraulikventile 4, 5; 6, 7 sind in ihrer Ruhelage, die dargestellt ist, auf Durchlass geschaltet, 4, 6 sind sog. Trennventile. Die Ventile 5, 7 dienen im Normalbetrieb zum Druckausgleich. Nach Aktivierung der Trennventile 4, 6 der dargestellten Bremsanlage sind die Hydraulikwege 2, 3, die von dem Tandem-Hauptzylinder 1 zu den Radbremsen führen, unterbrochen, so dass das Bremsgeschehen bzw. der Bremsdruckverlauf in den Radbremsen 8 bis 11 ausschließlich von elektrischen Signalen bestimmt wird, die mit Hilfe eines Wegsensors 12 in Abhängigkeit von der Betätigung des Bremspedals 13 gewonnen werden. Dies ist in der Abbildung symbolisch durch einen Schaltkreis oder ECU 14 dargestellt. ECU 14 erhält und verarbeitet verschiedenartige Eingangssignale; angedeutet sind lediglich der Signalweg von dem Pedalwegsensors 12 zur ECU 14 und ein Datenbus CAN, über den alle übrigen Signale (Radsensorsignale, Drucksensorsignale, Ventilsteuerungssignale etc.) zugeführt und weitergeleitet werden.

[0011] Die Bremsanlage enthält einen Druckmittelspeicher 16, hier einen Faltenbalg-Speicher, der in dem dargestellten Ausführungsbeispiel mit einem Wegsensor 19 zur Ermittlung des Speicherfüllstandes ausgerüstet ist. Zur Messung des Hydraulikdruckes ist am Ausgang des Speichers 16 ein Drucksensor 20 angeschlossen.

[0012] Aus der abgebildeten hydraulischen Schaltung ist ohne weiteres ersichtlich, dass durch entsprechende Umschaltung der dargestellten Hydraulikventile Bremsdruck aus der Druckquelle, die im wesentlichen aus einem Speicher 19, einer Pumpe, z. B. elektromotorisch (15) angetriebenen Dreikolbenpumpe 18 und einigen Ventilen besteht, zu den Radbremsen 8 bis 11 geleitet werden kann, wobei der

Druck durch entsprechende Ansteuerung der Einlassventile EV dosiert wird. Zum Abbau des Bremsdruckes sind die Auslassventile AV vorgesehen, deren Ausgänge in gewohnter Weise zu einem Druckausgleichsbehälter 17 geführt sind, der wiederum mit der Saugseite der Hydraulikpumpe 18 verbunden ist.

[0013] Zur Überwachung der Funktion und Notbremsfähigkeit der dargestellten elektrohydraulischen Bremsanlage (EHB) wird beispielsweise in Verbindung mit jedem Anlassen des Fahrzeugmotors das erfindungsgemäße Verfahren in mehreren Schritten durchgeführt. Hierzu wird nach dem Initialisieren des Fahrzeugs oder der Bremsanlage als erstes der Speicher 16 geladen, wobei zunächst der Druckmittelweg zu den Radbremsen 8 bis 11 noch geschlossen ist. Die Trennventile 4, 6 werden ebenfalls angesteuert und dadurch geschlossen.

[0014] In einem optionalen Zwischenschritt, der insbesondere auf das Erkennen von Luft einschlüssen in den Radbremsen zielt, können als nächstes die Radbremsen durch Einstuerung eines geringen Druckes von ca. 1 bar vorgespannt werden, um die Brems scheiben anzulegen und das Luftspiel zu überwinden. Durch anschließendes Messen des Speicherdruckes oder der Füllmenge mit Hilfe der Sensoren 20 oder 19 wird die für diesen Vorgang notwendige Druckmittelschiebung aus dem Speicher 16 in die Radbremsen 8-11 oder nur in die Radbremsen eines Kreises erfasst.

[0015] In einem nächsten Schritt wird nun über die Einlassventile 1:V Druckmittel bis zu einem Bremsdruckanstieg in den Radbremsen auf z. B. 5 bar eingeleitet. Anschließend wird der Speicherdruck oder die Füllmenge des Speichers 16 erneut gemessen, so dass nunmehr alle Messwerte zum Bilden eines mathematischen Modells des Speicherverhaltens oder der Reaktion auf die Verschiebung des Druckmittels aus dem Speicher 16 in die Radbremsen vorliegen. Die Menge bzw. das Volumen des in den erfindungsgemäßen Testschritten aus dem Speicher 16 in die Radbremsen 8-11 verschobenen Druckmittels muss unter einem vorgegebenen Maximalwert liegen, um die Notbremsfähigkeit der Bremsanlage zu sicherzustellen.

[0016] Wenn das in den vorgenannten Schritten in die Radbremsen 8 bis 11 verschobene Volumen unter einem vorgegebenen Maximalwert liegt, ist gewährleistet, dass auch im Notfall, d. h. bei abgeschalteter Stromversorgung, wenn ein direkter Durchgriff von dem Hauptzylinder 1 über die geöffneten Trennventile 4, 5 und die Ventile 5, 7 zu den Radbremsen 8-11 hergestellt ist, Druckmittel in ausreichender Menge aus dem Tandem-Hauptzylinder 1 in die Radbremsen 8 bis 11 verschoben werden kann; solange der Maximalwert bei diesem Testvorgang nicht erreicht oder überschritten wird, ist die Notbremsfähigkeit der Bremsanlage sichergestellt.

a) Laden des Speichers (16), ohne Bremsdruckaufbau in den Radbremsen; Messen des Speicherdruckes und/oder des Speichervolumens oder des Speicherfüllstandes;

b) Druckeinstuerung in die Radbremsen bis zum Erreichen einer vorgegebenen Druckschwelle, bei abgeschalteter oder hydraulisch abgekoppelter Hydraulikpumpe;

c) Messen des Speicherdruckes;

d) Ermitteln und Bewerten der Speicherverhaltens in Reaktion auf die Druckeinstuerung in die Radbremsen zum Feststellen des aktuellen Volumenbedarfs und/oder des Zustandes der Bremsflüssigkeit, Feststellung von Luft einschlüssen etc. und zum Beurteilen der aktuellen Notbremsfähigkeit der Bremsanlage.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Laden des Speichers zunächst ein Vorspannen der Radbremsen durch Einstuerung eines relativ geringen Bremsdruckes in der Größenordnung von 1 bis 2 bar zum Überwinden des Luftspiels mit anschließender Messung des Speicherdruckes durchgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bewertung der Notbremsfähigkeit aus den Messwerten des Speicherdruckes vor und nach der Bremsdruckeinstuerung in die Radbremsen über ein mathematisches Modell des Speicherverhaltens auf das vom Speicher abgegebene Volumen geschlossen wird und dass vom Speicher abgegebene Volumen zur Beurteilung der aktuellen Notbremsfähigkeit der Bremsanlage ausgewertet wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das vom Speicher abgegebene Volumen mit einem vorgegebenen Maximalwert verglichen und zur Beurteilung der aktuellen Notbremsfähigkeit der Bremsanlage und/oder des Zustandes der Hydraulikflüssigkeit ausgewertet wird.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das vom Speicher abgegebene Volumen und/oder der Füllstand des Speichers mit Hilfe eines am Speicher angeordneten Wegsensors ermittelt wird.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung der Funktion und Notbremsfähigkeit einer elektrohydraulischen Bremsanlage (EHB), die einen pedalbetätigten Hauptzylinder und eine Druckquelle mit einer Hydraulikpumpe, mit einem Speicher und mit elektrisch steuerbaren Hydraulikventilen enthält, bei der der Bremsdruck in den Radbremsen im Normalbetrieb aus der Druckquelle geliefert wird und bei der in einer Notbremsfunktion auf hydraulischen Durchgriff von dem Hauptzylinder zu den Radbremsen umgeschaltet wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei vorgegebenen Ereignissen, z. B. bei jedem Initialisieren der Bremsanlage, eine Überprüfung der Notbremsfähigkeit durch folgende Schritte durchgeführt wird:

